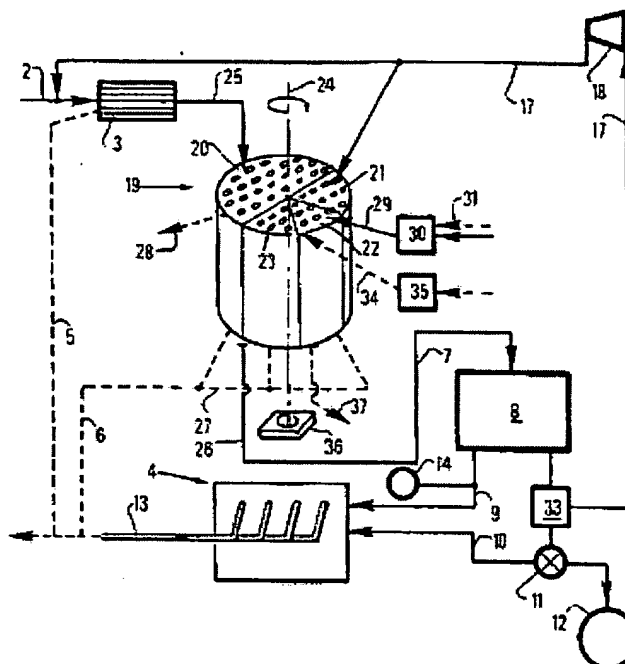


## Process for the production of internal combustion engine fuel, involves catalytic reforming of petrol obtained by direct distillation of crude oil

**Patent number:** FR2801603  
**Publication date:** 2001-06-01  
**Inventor:** DOUAUD ANDRE; PONTIER RENAUD; FISCHER BEATRICE  
**Applicant:** INST FRANCAIS DU PETROL (FR)  
**Classification:**  
- **international:** C10G35/04; H01M8/18; F02M37/00; F01N5/02; B60L11/18  
- **european:** C10G35/04, F02M1/16B, F02M27/02  
**Application number:** FR19990015119 19991129  
**Priority number(s):** FR19990015119 19991129

### Abstract of FR2801603

Process for the production of a motor fuel comprising a petrol of determined octane index involves pre-heating a charge comprising a petrol obtained by a direct distillation; catalytic reforming to increase the octane index; separation of the hydrogen produced by the reforming process; and storage of the high octane petrol and/or hydrogen. An Independent claim is included for an installation for conducting the process.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :

2 801 603

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national :

99 15119

⑬ Int Cl<sup>7</sup> : C 10 G 35/04, H 01 M 8/18, F 02 M 37/00, F 01 N 5/02  
// B 60 L 11/18

⑭

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 29.11.99.

⑯ Priorité :

⑰ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 01.06.01 Bulletin 01/22.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑲ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑴ Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE  
— FR.

⑵ Inventeur(s) : PONTIER RENAUD, FISCHER BEA-  
TRICE et DOUAUD ANDRE.

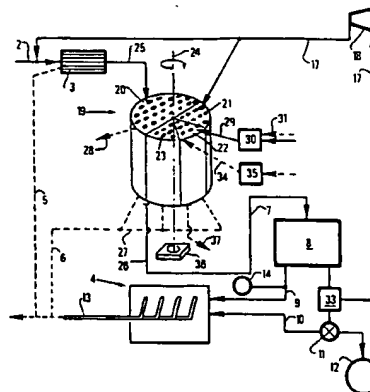
⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire(s) :

⑸ DISPOSITIF ET PROCEDE POUR PRODUIRE UN CARBURANT DESTINE A UN MOTEUR A COMBUSTION  
INTERNE-APPLICATION A UN VEHICULE.

⑹ - La présente invention concerne un dispositif et un  
procédé pour produire une essence d'indice d'octane suffi-  
sant destinée à une motorisation. Le dispositif comporte :

- des moyens de préchauffage (3) d'une charge consti-  
tuée par une essence de distillation directe,
- des moyens catalytiques (1) de reforming de la charge  
pour augmenter son indice d'octane jusqu'à ladite valeur  
déterminée,
- des moyens de séparation (8) de l'hydrogène associé  
à la réaction de reforming,
- des moyens de stockage (14) de l'essence d'indice  
d'octane élevé et/ou de hydrogène.
- Dans une variante les moyens catalytiques sont con-  
tinuellement régénérés.
- L'invention s'applique notamment à un véhicule à mo-  
teur à combustion interne.



FR 2 801 603 - A1



5

10

La présente invention concerne le domaine technique des motorisations à combustion interne, par exemple pour véhicule de transport. La présente invention a pour but d'utiliser comme carburant une essence de distillation directe du brut (de préférence après désulfuration et extraction des  
15 aromatiques) et à en effectuer les réactions de reforming catalytique en amont du moteur de façon à atteindre les spécifications commerciales d'un carburant, notamment le nombre d'octane. La production d'hydrogène associée peut être avantageusement utilisée en mélange avec l'essence reformée pour améliorer les performances de la combustion moteur et contribuer à diminuer le rejet en  
20 CO<sub>2</sub>. Dans une autre variante, l'hydrogène produit peut être utilisé et/ou stocké pour faire fonctionner une pile à combustible. Cette dernière variante présente donc un intérêt pour les véhicules mixtes équipés d'un moteur à combustion interne et d'une motorisation électrique.

On connaît le document GB 2159876 qui décrit le principe d'un reforming pour augmenter le nombre d'octane d'une essence, mais le mode de réalisation appliqué à un moteur à combustion interne est différent de celui de la présente invention.

5        On connaît également le document US-4884531 qui se situe dans le même domaine mais décrit pratiquement exclusivement des perfectionnements concernant la formulation du catalyseur.

Ainsi, la présente invention concerne un dispositif pour produire un carburant destiné à une motorisation, comprenant au moins une essence ayant  
10    un indice d'octane déterminé. Le dispositif comporte :

- des moyens d'approvisionnement d'une charge constituée par une essence de distillation directe,
- des moyens de préchauffage de ladite charge,
- des moyens catalytiques de reforming de la charge pour augmenter  
15    son indice d'octane jusqu'à la valeur déterminée,
- des moyens de séparation de l'hydrogène associé à la réaction de reforming,
- des moyens de stockage de l'essence d'indice d'octane élevé et/ou de hydrogène.

20        Le dispositif peut comporter des moyens de distribution disposés en aval des moyens de séparation pour diriger l'hydrogène vers une motorisation ou un stockage.

Les moyens catalytiques de reforming peuvent comprendre un réacteur à lit fixe de catalyseur et des moyens d'injection en amont du réacteur d'une quantité déterminée de l'hydrogène produit par la réaction de reforming.

Les moyens d'injection peuvent comprendre un compresseur adapté à  
5 fournir une pression partielle déterminée d'hydrogène dans le réacteur.

Les moyens catalytiques de reforming peuvent comprendre un barillet rotatif comportant le catalyseur.

Le barillet peut être composé d'un ensemble de tubes réacteurs disposés parallèlement à l'axe de rotation du barillet, de façon que chacun des tubes  
10 effectue un cycle comprenant une phase de réaction suivie d'un ensemble de phases de régénération, en fonction de la rotation dudit barillet.

Dans cette variante, les moyens catalytiques de reforming peuvent comprendre des moyens de circulation des différents fluides à travers les tubes réacteurs, constitués par des couvercles supérieur et inférieur audit barillet et  
15 comportant des orifices d'amenée des fluides dans les tubes pour les différentes phases.

Les moyens de reforming peuvent comprendre des moyens de contrôle de la température des tubes réacteurs par le moyen d'une enveloppe contenant le barillet.

20 Le dispositif peut comporter des moyens de séchage de l'air ambiant et des moyens d'injection de l'air sec dans des tubes réacteurs en phase de régénération.

Le dispositif peut également comporter des moyens de purification de l'hydrogène produit par la réaction de reforming.

Les moyens de séchage de l'air et les moyens de purification de l'hydrogène peuvent comporter des tamis moléculaires.

Les tamis peuvent être disposés dans un système en rotation pour effectuer un cycle d'au moins trois phases successives : adsorption, désorption,  
5 refroidissement.

La motorisation peut être un moteur à combustion interne.

Le moteur peut être alimenté par l'essence à haut indice d'octane et éventuellement par une quantité d'hydrogène.

Les gaz d'échappement du moteur peuvent être recyclés pour effectuer  
10 au moins les échanges thermiques nécessaires à la réaction catalytique et au préchauffage.

La motorisation peut comprendre un moteur électrique alimenté par l'énergie produite par une pile à combustible hydrogène, l'hydrogène provenant du reforming catalytique.

15 L'invention concerne également un procédé pour produire une essence ayant un indice d'octane déterminé et de l'hydrogène qui utilise le dispositif décrit ci-dessus.

L'invention peut être appliquée avantageusement à un système embarqué sur un véhicule.

20 Dans cette application, un véhicule peut comporter un moteur à combustion et un moteur électrique.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, des

exemples suivants, nullement limitatifs, illustrés par les figures ci-après annexées, parmi lesquelles :

- La figure 1 représente schématiquement l'architecture de la présente invention ;
- 5       - La figure 2 montre un exemple de schéma pour une première variante dite « semi-régénérative » ;
- La figure 3 montre le schéma d'une seconde variante dite « régénérative » ;
- La figure 4 décrit le principe d'un réacteur pour la variante  
10       régénérative ;
- La figure 5 montre les différentes phases de réaction et de régénération. ;
- La figure 6 illustre un dispositif de séchage d'air ;
- La figure 7 décrit un exemple de dispositif de purification  
15       d'hydrogène .

Sur la figure 1 montrant le schéma général du concept de la présente invention, la référence 1 désigne le dispositif comportant des moyens de reforming catalytique. Ce dispositif reçoit une charge par la ligne 2 qui passe  
20 par un système de préchauffage et de vaporisation 3 de ladite charge selon les besoins thermiques des réactions catalytiques en aval. L'échangeur de chaleur 3 utilise au moins partiellement les gaz d'échappement 13 de la motorisation à combustion interne 4 grâce au conduit 5. Ces gaz d'échappement sont également avantageusement utilisés (conduit 6) dans le dispositif de reforming



1. L'effluent, résultant de la conversion interne au dispositif 1, est conduit par la ligne référencée 7 à un séparateur 8 liquide/gaz de façon à amener au moteur 4, de façon indépendante par la ligne 9, l'essence à taux d'octane augmenté et par la ligne 10 l'hydrogène associé aux réactions catalytiques du  
5 dispositif 1. En sortie du séparateur 8, des moyens de distribution 11, vanne, distributeur 3 voies ou équivalent, permettent d'envoyer de l'hydrogène vers une utilisation symbolisée par le cercle référencé 12. Cette utilisation peut être un stockage, l'alimentation d'une pile à combustible hydrogène, un recyclage d'hydrogène dans le circuit pour le maintien d'une pression partielle minimale.  
10 En aval de la distribution 11, la présence d'un compresseur ou d'un surpresseur est possible. La référence 14 désigne un réservoir d'essence à haut indice d'octane pouvant servir de tampon et de relais, notamment pendant la phase de démarrage. La distribution associée n'est pas représentée ici.

La charge est typiquement une essence de distillation directe (ou d'une  
15 essence Fischer Tropch). Cette essence a été préférentiellement préalablement prétraitée par un hydrotraitement (HDT) de façon à obtenir les spécifications adéquates en S, N, H<sub>2</sub>O pour l'utilisation dans un reformage catalytique.

Les deux principales réactions du reforming catalytique sont : la  
déshydrogénation des naphtènes (composés aliphatiques en boucle) et la  
20 déshydrocyclisation des iso et normal paraffines. Ces deux réactions conduisent à la formation d'aromatiques qui ont un indice d'octane très élevé. Ces deux réactions sont fortement endothermiques et favorisées par un abaissement de la pression dans le réacteur. Une autre réaction importante est l'isomérisation des normal paraffines, puisque les iso paraffines ont un indice

d'octane plus élevé que les normal paraffines. La formation de coke est également une réaction associée, mais peut être réduite en maintenant une pression partielle d'hydrogène suffisante.

Les principaux avantages de la présente invention sont de deux ordres :

- 5 l'intérêt de l'hydrogène pour une motorisation, et la minimalisation des rejets de CO<sub>2</sub>.

L'hydrogène offre plusieurs intérêts en tant que carburant :

- la combustion de l'hydrogène se fait évidemment sans rejet de CO<sub>2</sub> ;
- 10 - en mélange avec d'autres hydrocarbures, il contribue à réduire les émissions d'HC imbrûlés par son effet sur la vitesse globale de combustion. La vitesse de propagation de la flamme d'H<sub>2</sub> étant trois fois plus élevée que celle de l'essence dans les mêmes conditions, l'hydrogène peut être considéré comme un
- 15 accélérateur de combustion efficace, ouvrant certaines perspectives d'utilisation en mélange pauvre ;
- on peut signaler également que le PCI massique de l'hydrogène est très supérieur à celui des carburants liquides classiques. Cet effet est cependant limité par la faible quantité d'hydrogène en
- 20 jeu, relativement à la quantité d'essence ;
- d'un point de vue législation, l'utilisation d'essence de distillation directe (ou d'une essence Fischer Tropsch, spécialement bien adaptée à cette invention) permettrait de satisfaire à la nouvelle spécification de teneur en benzène de 1%

à l'horizon 2000, puisqu'une essence de première distillation ne comporte généralement pas plus de 0,5% de benzène et peut même être entièrement désaromatisée.

- L'hydrogène peut être la source énergétique pour d'autres générateurs d'énergie, par exemple une pile à combustible fabriquant l'électricité pour une motorisation électrique d'un véhicule mixte.

Le rejet CO<sub>2</sub> est un point extrêmement important dans le contexte actuel des préoccupations environnementales et plus particulièrement celles concernant l'effet de serre. Une comparaison entre les filières classiques (essence et gasoil) et la filière méthanol a été effectuée dans un premier temps au niveau du véhicule lui-même, puis ensuite en intégrant l'amont, c'est à dire la raffinerie pour les carburants et le vapo-reformage du gaz naturel pour le cas du méthanol. La conclusion de cette étude est que globalement, le rejet de CO<sub>2</sub> sur une base kilométrique est très proche d'une filière à l'autre, ou plus précisément, ne permet pas de dégager de différence significative. Au niveau du véhicule lui-même, la différenciation est plus nette et le rejet de CO<sub>2</sub> des carburants classiques se situe à environ 3,2 g/g de carburant consommé contre 1,3 g/g de méthanol. Avec l'introduction d'hydrogène dans l'essence à hauteur d'environ 5%, on aboutirait à une économie de carburant de l'ordre de 10% se traduisant par une diminution du rejet de CO<sub>2</sub> dans une proportion plus importante puisque l'hydrogène n'introduit pas de CO<sub>2</sub>. De plus, l'impact au niveau de la raffinerie est également intéressant puisque la suppression du reforming en amont entraîne celle des fours de réchauffage associés dont le

rejet de CO peut être évalué à 0,2 g de CO<sub>2</sub> par gramme de reformat. Globalement, on peut donc escompter une diminution du rejet de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 0,5 g/g de reformat consommé, ce qui est tout à fait significatif.

Ainsi, si le gain de rejet de CO<sub>2</sub> est important au niveau du véhicule, il  
5 est pratiquement nul si l'on prend en compte l'ensemble de la filière méthanol, par contre dans la filière « reforming embarqué » selon la présente invention, le gain existe pour le véhicule seul et est encore plus important si l'on considère l'ensemble. On peut illustrer cela par les exemples comparatifs suivants qui concernent les valeurs de rejets de CO<sub>2</sub> des filières les plus  
10 typiques :

1) Filière brut raffinerie/essence/moteur à combustion interne :

193,3 g/km

2) Filière gaz naturel/vaporeformage/méthanol/H<sub>2</sub> pile à combustible :

214,7 g/km

15 3) Filière reforming embarqué (présente invention) :

149,5 g/km

Il faut noter que le calcul de la valeur de rejet de CO<sub>2</sub> dans la filière reforming embarqué, prend en compte une amélioration du rendement de 10% portant sur la consommation de carburant et donc, dans les mêmes  
20 proportions, sur le rejet CO<sub>2</sub> du véhicule. On a également tenu compte de l'impact sur la raffinerie par la suppression des fours de reforming dont le rejet CO<sub>2</sub> peut être estimé à 0,2 g/g de reformat produit.

La figure 2 illustre la variante semi-régénérative selon l'invention. En amont du préchauffage 3 (température de sortie environ 400°C) se trouve le

réacteur de reforming 15. Cette configuration se rapproche des unités semi-régénératives de raffinerie de reforming dont le catalyseur est régénéré tous les ans. Dans cette version, on dimensionne le réacteur embarqué 15 pour un changement de catalyseur à une fréquence compatible aux usages d'entretien  
5 des véhicules. La ligne 6 de gaz d'échappement est utilisée pour chauffer le réacteur et/ou contrôler la température de la réaction. Un refroidisseur 16 de l'effluent en sortie de réacteur permet le fonctionnement adéquat du séparateur 8 en aval. Une ligne supplémentaire 17 d'hydrogène boucle sur la ligne d'admission de la charge 2 afin de maintenir une pression partielle  
10 suffisante d'hydrogène pour limiter la réaction de cokage associée à la présente réaction de reforming. Un sur-presseur 18 assure une pression suffisante pour retourner au réacteur. Sans cette étape, il est pratiquement impossible, avec les catalyseurs connus actuellement, de concevoir une durée de fonctionnement du catalyseur compatible avec l'utilisation embarquée.

15 La figure 3 illustre la variante régénérative où le catalyseur du réacteur de reforming est régénéré en continu dans un dispositif approprié. D'une manière simplifiée, le dispositif 19 comprend les moyens de réaction (secteur 20) et les moyens de régénération du catalyseur (secteurs 21, 22, 23). Le principe utilise un barillet rotatif autour de l'axe 24. La partie tournante  
20 contient le catalyseur disposé dans des tubes placés les uns parallèles aux autres, selon l'axe 24. Une partie fixe, non représentée pour des raisons de clarté, consiste en une enveloppe externe au barillet, fermée aux deux extrémités par des couvercles comportant notamment les éléments de

distribution des différents fluides nécessaires à la réaction catalytique et aux phases de régénération. On peut citer :

- injection de la charge vaporisée (référence 25) dans le secteur de réaction 20,
- 5        - sortie de l'effluent (référence 26),
- entrée et sortie des gaz d'échappement du moteur 4 (respectivement références 27 et 28) pour les échanges thermiques dans l'ensemble du barillet,
- injection d'air (référence 29) séché dans des moyens de séchage
- 10        30. La ligne 31 désigne l'amenée des gaz d'échappement pour échange thermique,
- entrée par la ligne 32 d'une partie d'hydrogène purifié par les moyens de purification 33, l'autre partie étant recyclée en amont du préchauffage 3,
- 15        - entrée des gaz d'échappement 34 débarrassés du CO dans le pot catalytique 35 (ou équivalent),
- la référence 37 désigne l'évacuation des gaz résultant de la régénération,
- la référence 36 désigne les moyens mécaniques pour entraîner en
- 20        rotation le barillet.

Dans ce mode de réalisation, le barillet tournant peut être composé de 100 tubes de diamètre 19 mm remplis de catalyseur, 50 en réaction, 50 dans les diverses phases de régénération. Ces tubes échangent de la chaleur avec le gaz d'échappement sortie moteur. Environ 5 kg de catalyseur seraient

nécessaires au total (catalyseur en réaction + catalyseur en régénération). Le barillet peut faire environ 20 cm de diamètre, sur 30 cm de long.

La figure 4 schématise un barillet selon l'invention. Les entrées 27a et 27b sont dédiées respectivement pour les gaz d'échappement qui vont servir à  
5 apporter de la chaleur du côté réaction pour maintenir une température suffisamment haute, et côté régénération pour éliminer la chaleur en excès. Le gaz d'échappement entrant en 27a est à une température aussi haute que possible, de préférence autour de 500-600°C, et le gaz d'échappement entrant en 27b a été préalablement refroidi vers 400-500°C. La rotation du barillet se  
10 fait en 16h de marche, le catalyseur en réaction étant en permanence, en moyenne, dans le même état d'activité. Il est nécessaire de faire entrer le gaz chaud à différents endroits répartis le long des tubes avec des baffles dans le barillet pour séparer quatre zones a, b, c, d. L'endothermicité de la réaction est en effet très importante (plus de 400°C). Pour garder partout une température  
15 suffisante pour que les réactions progressent (cette température n'a pas besoin d'être constante), on procède à l'échange thermique aux quatre niveaux a, b, c, d dans le barillet.

Le catalyseur s'encrasse par dépôt de coke. Il doit être régénéré pour retrouver son activité. Cette régénération consiste essentiellement en un  
20 brûlage du coke. Toutefois, une phase de rechloration du catalyseur pour disperser le platine, suivi d'un séchage du catalyseur sont des étapes nécessaires pour un catalyseur conventionnel. Il est également nécessaire, pour les catalyseurs actuels, de réduire le catalyseur avec de l'hydrogène raisonnablement purifié avant de le remettre en contact avec de la charge.

Les exemples ont été traité en considérant, par exemple, le catalyseur CR201 commercialisé par la société Procatalyse (France).

La figure 5 montre les différentes étapes nécessaires et leur arrangement séquentiel dans le barillet. Le secteur I correspond à la partie 5 réaction, les secteurs IV à des phases de purge, les secteurs II et III à deux combustions, le secteur V à l'oxychloration, le secteur VI à la calcination et le secteur VII à la réduction.

La régénération débute par une purge (IV) pour éliminer les hydrocarbures présents dans le catalyseur :

- 10                   - Entrée : Gaz d'échappement pauvre en O<sub>2</sub>.  
                      - Sortie : vers échappement moteur.

Combustion (II) :

- Entrée : Gaz d'échappement et air, à environ 350-550°C.
- Sortie : vers échappement.

15                   Combustion (III) :

- Entrée : Gaz d'échappement et air, à environ 400-600°C.
- Sortie vers échappement.

Le brûlage ne peut pas être fait à l'air à cause de l'exothermicité excessive qui risquerait de détruire le catalyseur (il faut éviter de porter le 20 catalyseur à une température trop élevée). Le gaz diluant utilisé en raffinerie est typiquement un mélange azote/CO<sub>2</sub>. Dans le cas présent, on peut utiliser le gaz d'échappement, une fois débarrassé de son CO par un passage dans le pot catalytique. La quantité d'air nécessaire pour le brûlage sera injectée avec ce gaz diluant. En raffinerie, on limite fortement la teneur en O<sub>2</sub> pour le brûlage



initial, de manière à limiter l'augmentation de température. Dans notre cas, comme on procède à un échange avec le gaz d'échappement qui va permettre de limiter les différences de températures, on pourra augmenter la teneur en oxygène et donc limiter le temps de brûlage dont la durée est la plus grande

5 partie de la durée totale de régénération.

L'oxychloration (V) :

- Entrée : air à haute température (400-600°C) et produit chlurant.

- Sortie vers échappement.

10 La calcination (VI) :

- Entrée : air sec à haute température (400-600°C).

- Sortie vers échappement.

L'oxychloration et la calcination (séchage du catalyseur) seront effectués à l'air pur. L'air doit être préalablement séché, ce qui peut se faire avec une

15 petite quantité de tamis (moins d'un kilogramme) (figure 3, référence 30), qui sera régénéré par chauffage avec le gaz d'échappement (31) puis refroidi par une partie du gaz séché. Un sécheur d'air (figure 6) peut être réalisé en comprenant un système rotatif 40 avec 16 secteurs, qui tourne d'un secteur

toutes les 10h de marche. En permanence, on peut avoir 14 secteurs (S) en

20 séchage, 1 en régénération (R), 1 en refroidissement (F). En encombrement, l'ordre de grandeur est : 10 cm de diamètre sur 10 à 15 cm de longueur (cela représente moins d'un kilogramme de tamis). La référence 41 désigne l'entrée de l'air ambiant pour le séchage. La référence 42 désigne la sortie de l'air sec, envoyé vers l'utilisation principale : la régénération du catalyseur de

reforming, et vers l'entrée du secteur F par la ligne 43 pour le refroidissement du tamis, l'air sortant du secteur F par la ligne 44 est retourné à l'atmosphère. Des gaz d'échappement entrent par la ligne 45 dans le secteur R pour la régénération du tamis, les gaz sortant étant envoyés à l'échappement par la

5 ligne 46.

L'oxychloration consiste à disperser les métaux précieux sur le catalyseur. Cette opération se pratique à haute température (par exemple entre 400 et 600°C) en présence d'oxygène (l'air convient parfaitement) et de produit chlorant en très faible quantité. Une ligne d'injection de produit

10 chlorant, non représentée sur la figure 3 est prévue, par exemple sur la ligne d'injection d'air sec (29) pour l'étape d'oxychloration.

La réduction (VII):

- Entrée : hydrogène purifié
- Sortie : vers moteur

15 La phase de réduction nécessite une purification de l'hydrogène (33) en sortie du séparateur (8) pour le réinjecter en réduction (32). Une fois cet hydrogène purifié, il est également possible d'en prélever une quantité suffisante, à l'aide d'un petit compresseur, pour créer un recyclage à l'entrée de la réaction afin de limiter la formation de coke. Le système de purification peut

20 être basé sur l'utilisation de deux types de tamis en série dans le même récipient, l'un permettant de piéger les aromatiques, l'autre en moindre quantité permettant d'arrêter les autres hydrocarbures. Ainsi, une régénération du tamis par chauffage est possible. L'idée est d'utiliser de l'hydrogène chaud (400-500°C) à la sortie de la réduction pour régénérer le

tamis et récupérer les hydrocarbures pour les entraîner vers le moteur. La quantité totale de tamis serait autour de 20 kg, soit un barillet de 35 cm de diamètre sur 35 cm de long environ, et il faudrait faire tourner l'ensemble en 3h environ.

- 5        La figure 7 illustre le principe d'un purificateur d'hydrogène : un barillet à trois secteurs : adsorption (A), désorption (D) et refroidissement (H). La ligne 50 désigne l'entrée de l'hydrogène provenant du séparateur 8, refroidi à une température, de préférence inférieure à 50°C. L'hydrogène purifié est envoyé vers la réduction par la ligne de sortie 52. L'hydrogène chaud (à plus de 400°C)
- 10    en provenance de la sortie de la réduction entre par la ligne 53 pour la désorption des tamis. Une partie de l'hydrogène purifié est utilisée (ligne 54) pour le refroidissement des tamis après régénération. Les effluents en sortie (D) et (H) sont envoyés par la ligne 55 vers le moteur.

- Des programmes de simulation ont permis d'évaluer les rendements en
- 15    hydrogène et nombre d'octane du carburant en fonction du débit de la charge.

- En effet, en phase d'accélération de la motorisation, le débit de charge doit être augmenté (diminution de la PPH : débit massique de charge par poids de catalyseur). Il faut vérifier qu'en pleine accélération on peut obtenir un indice d'octane suffisant. On a vérifié que pour un débit de charge variant dans
- 20    la proportion de 1 à 5, le nombre d'octane reste à un niveau satisfaisant, de même que le débit d'hydrogène. Pour un tel débit de charge, l'indice d'octane (RON) reste compris entre 103 et 98. Pour la même variation de débit de charge, le rendement hydrogène varie entre 4 et 4,8%. En résumé, plus le débit est élevé, plus l'octane et l'hydrogène baissent, mais dans des proportions

acceptables, le stockage intermédiaire permettant d'amortir les variations de composition du carburant vers le moteur.

## REVENDICATIONS

1) Dispositif pour produire un carburant destiné à une motorisation, comprenant au moins une essence ayant un indice d'octane déterminé,  
5 caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens d'approvisionnement d'une charge constituée par une essence de distillation directe,
- des moyens de préchauffage (3) de ladite charge,
- des moyens catalytiques (15 ; 19) de reforming de ladite charge pour  
10 augmenter son indice d'octane jusqu'à ladite valeur déterminée,
- des moyens de séparation (8) de l'hydrogène associé à la réaction de reforming,
- des moyens de stockage (14) de l'essence d'indice d'octane élevé et/ou de hydrogène.

15

2) Dispositif selon la revendication 1, comportant des moyens de distribution (11) disposés en aval des moyens de séparation pour diriger l'hydrogène vers une motorisation (4) ou un stockage (12).

20 3) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens catalytiques de reforming (15) comprennent un réacteur à lit fixe de catalyseur et des moyens d'injection (17) en amont du réacteur d'une quantité déterminée de l'hydrogène produit par la réaction de reforming.

4) Dispositif selon la revendication 3, dans lequel lesdits moyens d'injection comprennent un compresseur (18) adapté à fournir une pression partielle déterminée d'hydrogène dans le réacteur.

5 5) Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les moyens catalytiques de reforming comprennent un barillet rotatif (19) comportant le catalyseur.

6) Dispositif selon la revendication 5, dans lequel ledit barillet est  
10 composé d'un ensemble de tubes réacteurs disposés parallèlement à l'axe de rotation (24) du barillet, de façon que chacun des tubes effectue un cycle comprenant une phase de réaction suivie d'un ensemble de phases de régénération, en fonction de la rotation dudit barillet.

15 7) Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel lesdits moyens catalytiques de reforming comprennent des moyens de circulation des différents fluides à travers les tubes réacteurs, constitués par des couvercles supérieur et inférieur audit barillet et comportant des orifices d'amenée des fluides dans les tubes pour les différentes phases.

20

8) Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, dans lequel lesdits moyens de reforming comprennent des moyens de contrôle (27, 28) de la température des tubes réacteurs par une enveloppe contenant le barillet.

9) Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, comportant des moyens de séchage (30) de l'air ambiant et des moyens d'injection de l'air sec dans des tubes réacteurs en phase de régénération.

5        10) Dispositif selon l'une des revendications 5 à 9, comportant des moyens de purification (33) de l'hydrogène produit par la réaction de reforming.

10       11) Dispositif selon l'une des revendications 9 et 10, dans lequel les moyens de séchage de l'air et les moyens de purification de l'hydrogène comportent des tamis moléculaires.

15       12) Dispositif selon la revendication 11, dans lequel lesdits tamis sont disposés dans un système en rotation pour effectuer un cycle d'au moins trois phases successives : adsorption, désorption, refroidissement.

13) Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite motorisation est un moteur à combustion interne.

20       14) Dispositif selon la revendication 13, dans lequel ledit moteur est alimenté par ladite essence à haut indice d'octane et éventuellement par une quantité d'hydrogène.

15) Dispositif selon l'une des revendications 13 ou 14, dans lequel les gaz d'échappement dudit moteur sont recyclés pour effectuer au moins les échanges thermiques nécessaires à la réaction catalytique et au préchauffage.

5        16) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel ladite motorisation comprend un moteur électrique alimenté par l'énergie produite par une pile à combustible hydrogène, ledit hydrogène provenant du reforming catalytique.

10        17) Procédé pour produire une essence ayant un indice d'octane déterminé et de l'hydrogène, caractérisé en ce qu'il utilise le dispositif selon l'une des revendications 1 à 16.

15        18) Application du dispositif selon l'une des revendications 1 à 16, à un système embarqué sur un véhicule.

19) Application selon la revendication 18, à un véhicule comportant un moteur à combustion et un moteur électrique.



1/3

FIG.1

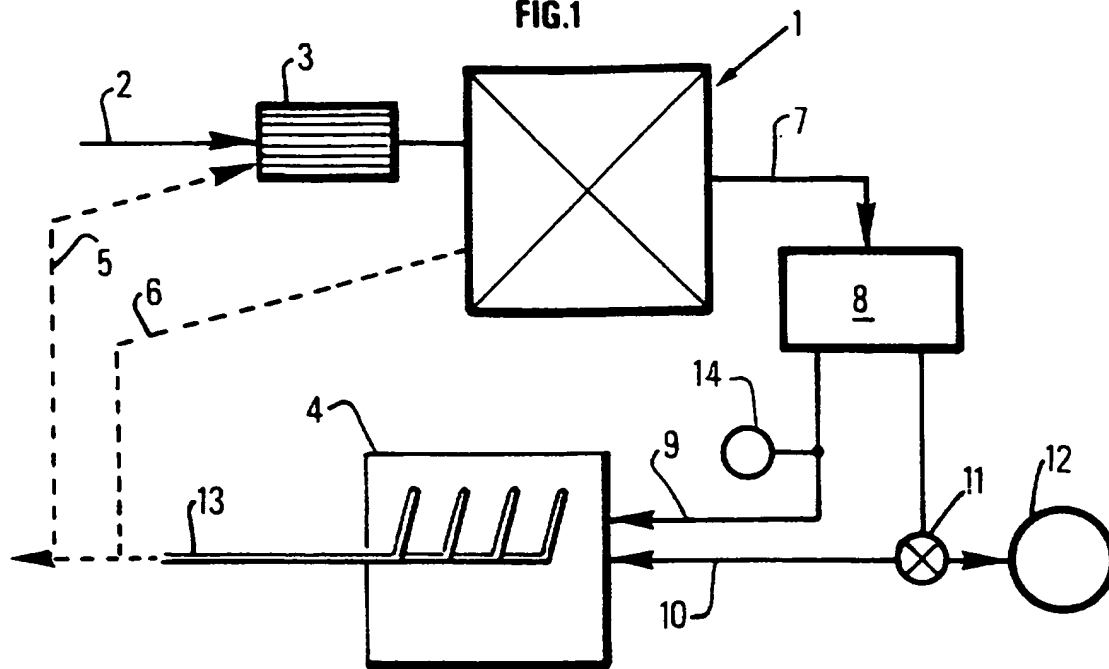
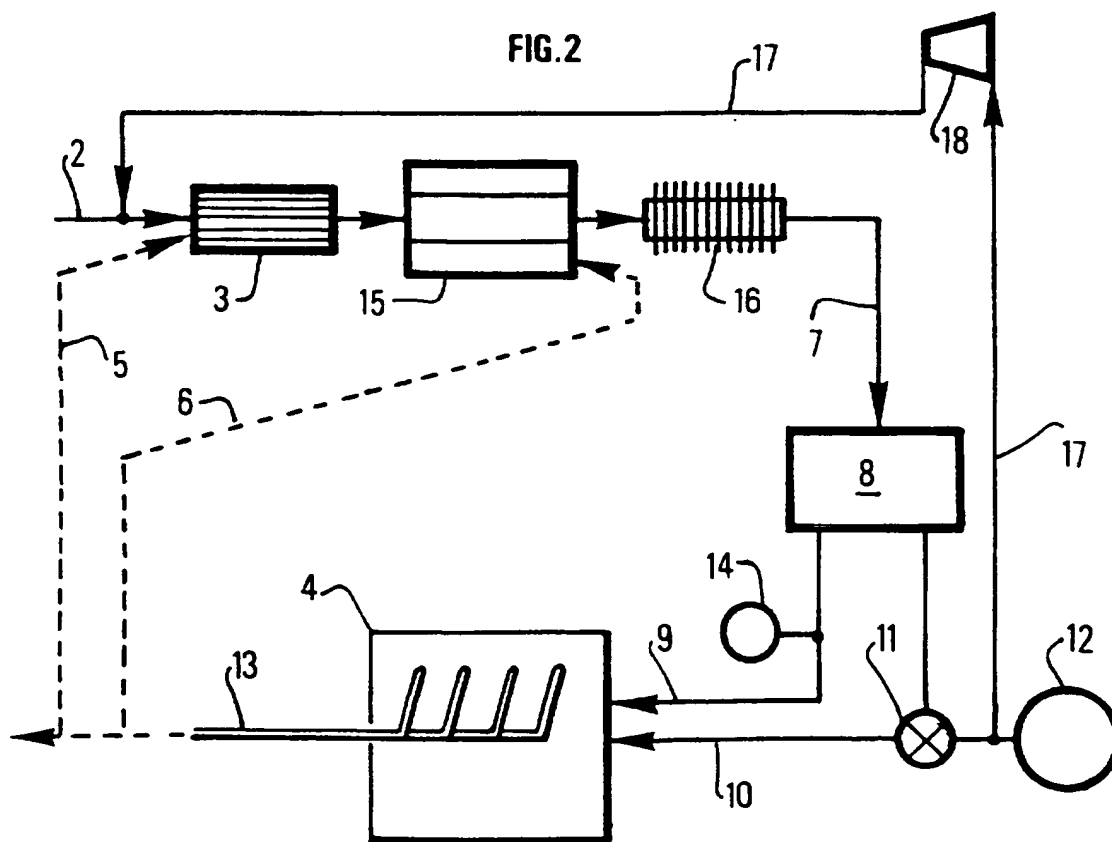
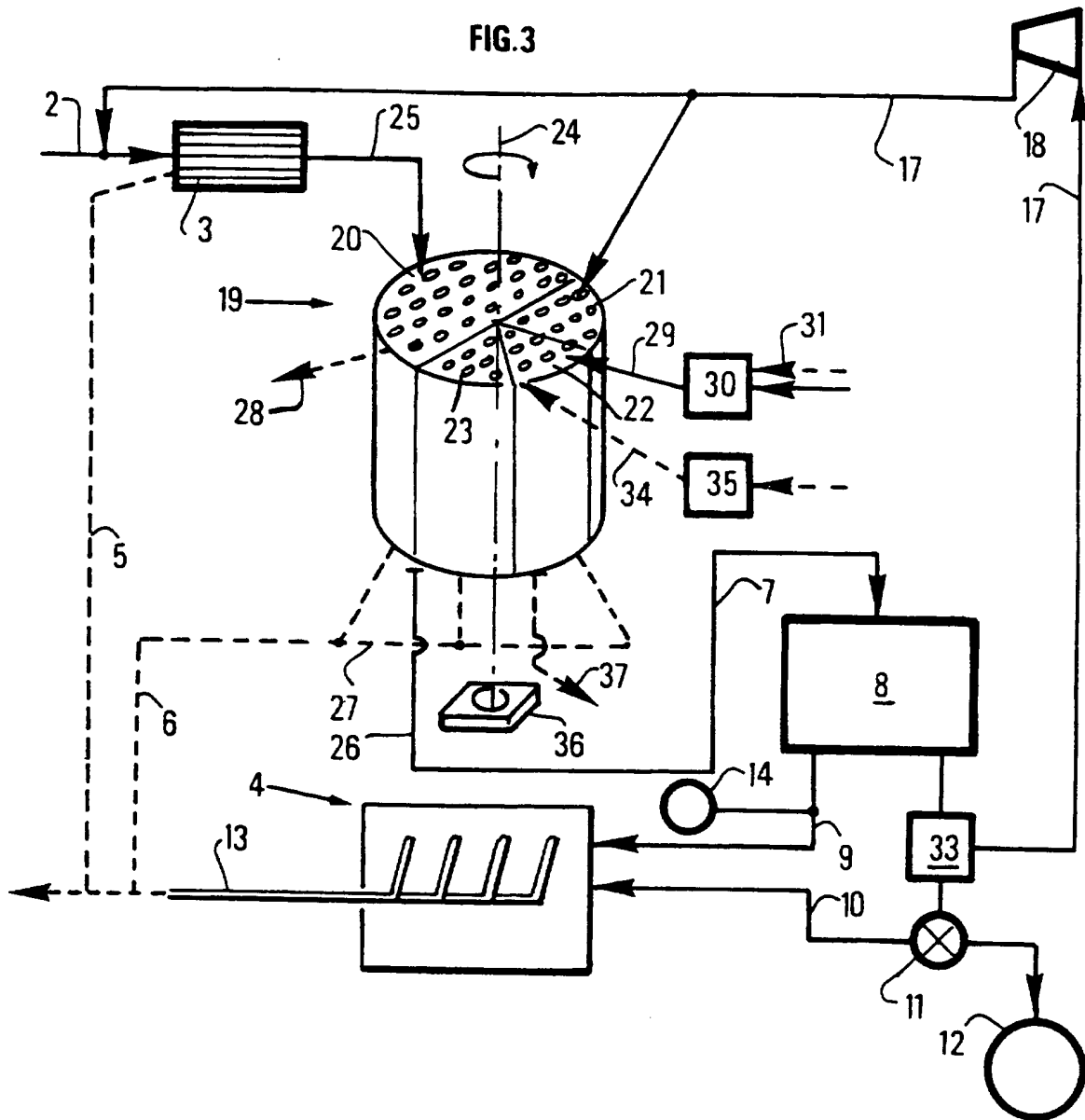


FIG.2



2/3

FIG. 3



3/3

FIG.4

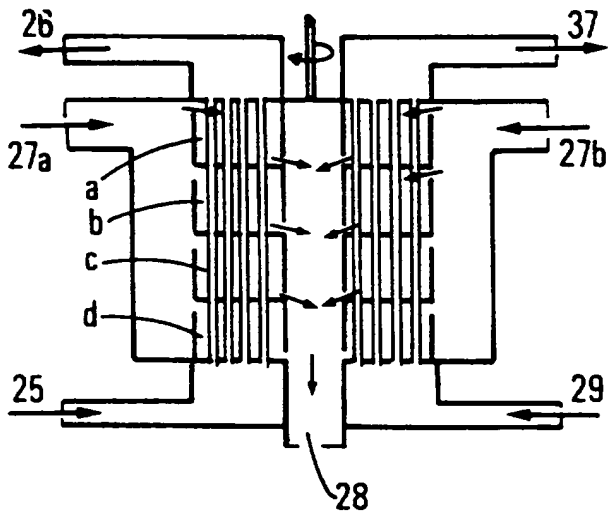


FIG.5

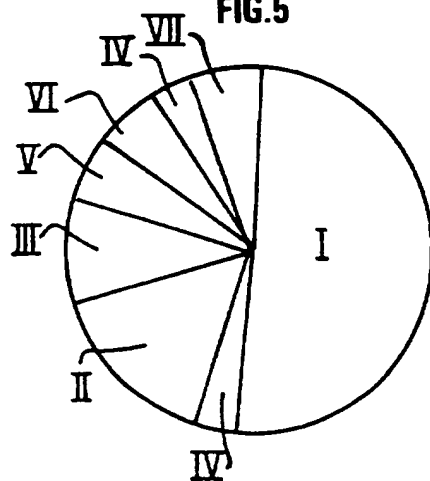


FIG.6

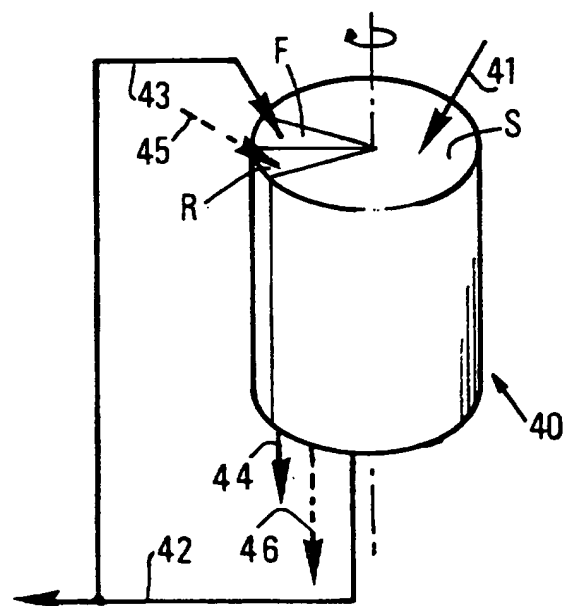
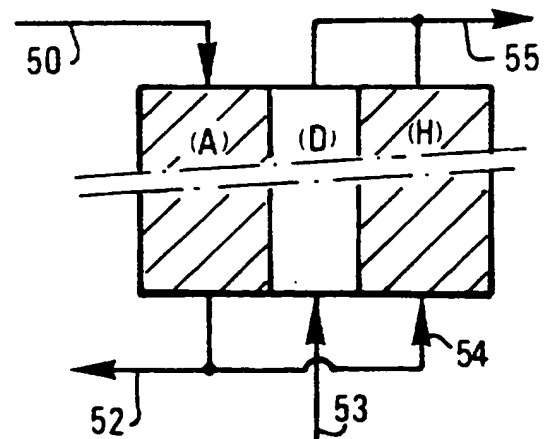


FIG.7



DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 5 235 121 A (BRINKMEYER FRANCIS M ET AL) 10 août 1993 (1993-08-10) * le document en entier *	1-19	C10G35/04 H01M8/18 F02M37/00 F01N5/02 B60L11/18
D,Y	US 4 884 531 A (DEGNAN JR THOMAS F ET AL) 5 décembre 1989 (1989-12-05) * le document en entier *	1-19	
D,A	GB 2 159 876 A (FRYER TIMOTHY MICHAEL WILLIAM) 11 décembre 1985 (1985-12-11) * le document en entier *	1-19	
A	US 3 855 980 A (LUCKI S ET AL) 24 décembre 1974 (1974-12-24) * abrégé *	1-19	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)  F02M C10G
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
18 août 2000		Michiels, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

this page blank (uspto)